

浙江省苍南县生态廊道布局与构建

李 静, 蒋文伟, 刘 鹤, 唐吕君

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 根据景观生态学相关理论, 应用地理信息系统(GIS)技术研究浙江省苍南县生态廊道空间布局与构建。在对研究区进行生态适宜性分析的基础上, 通过提取生态源地, 运用累积耗费距离模型构建了苍南县潜在的生态廊道, 并与现存生态廊道进行比较研究。结果表明: 在苍南县东北部平原地区, 生态斑块数量和面积均较小, 斑块之间连接度较低, 景观破碎化程度较高; 道路和河流是境内主要的生态廊道, 廊道连通性较低, 其规模和服务范围均较小, 没有形成良好的生态网络。在西部、南部和西北部山区, 生境良好, 生态斑块面积较大, 但是分布不均。尤其是在中部和西部地区, 生态斑块数量较少, 斑块之间连接度低, 廊道连通性差。通过分析现存生态廊道诸多问题, 从道路廊道、河流廊道、绿带廊道出发, 优化和构建了研究区生态廊道, 实现生态廊道功能最大化的建设目标。图 7 表 3 参 18

关键词: 景观生态学; 生态廊道; 适宜性分析; 累积耗费距离模型; 空间构建; 苍南县

中图分类号: S731.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2014)06-0877-08

Ecological corridor layout and construction in Cangnan County, Zhejiang Province

LI Jing, JIANG Wenwei, LIU He, TANG Lijun

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: On the basis of landscape ecology theories, the spatial layout and construction of ecological corridors in Cangnan County, Zhejiang Province were studied with GIS technology. In the context of regional ecological suitability analysis, the ecological source was identified and the potential ecological corridors were constructed through the cumulative cost distance model and compared with the existing ecological corridors. The results indicated that in the northeastern plains in Cangnan County, the number and area of ecological patches were small; connectivity among patches was low and landscape fragmentation was serious. As major ecological corridors characterized by small size and service area, roads and rivers had low connectivity among them and did not form a good ecological network. In the western, southern and northwestern mountains with good ecological habitats, the ecological patches were larger but unevenly distributed. Especially, in the central and western regions, the number of ecological patches was small; the connectivity among both patches and corridors was low. Through the analysis of the above problems, ecological corridors including roads, rivers and green belts in the research site were optimized and constructed to realize the maximum functions of ecological corridors. [Ch, 7 fig. 3 tab. 18 ref.]

Key words: landscape ecology; ecological corridor; suitability analysis; cumulative cost distance model; spatial construction; Cangnan County

收稿日期: 2014-01-24; 修回日期: 2014-03-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30972342)

作者简介: 李静, 从事风景园林规划与设计研究。E-mail: 379940935@qq.com。通信作者: 蒋文伟, 副教授, 博士, 从事城市生态学与景观生态学研究。E-mail: wenweijiang@zafu.edu.cn

近年来,伴随着城市的快速扩张,乡村用地被大肆侵占,城市建设对土地的强烈需求迫使城市中非建设用地的生态廊道这一相对“闲置”的土地资源承受更多的压力^[1]。城市扩张致使自然植被、生态用地被侵占,景观破碎化现已经成为城市生态环境问题的根源,并由此造成生物物种栖息地丧失。通过构建生态廊道,连接修复破碎生境斑块^[2],实现生物多样性保护及恢复物种栖息地等功能,使生态廊道成为构建栖息地之间物质、信息及能量传播的连接廊道,整体上维护生态系统的动态平衡,将非常有利于生态网络、生态服务功能的有效发挥^[2]。目前,很多研究都倾向于采用景观生态学中的连接度指数来反映生态网络连接程度,在研究过程中较多关注生境斑块之间的距离,但就生境斑块的异质性、生态适宜性及景观阻力等方面未能综合考虑^[3-5]。因此,如何综合运用多种生态分析方法,构建合理的生态廊道,将是解决许多生态过程问题的关键。苍南县是浙南山区,同时又是沿海城市,县域内水系河网密布,地貌类型多样,且植被状况优良,有利于物种的迁徙和生物多样性的发展。因此,本研究以苍南县作为研究区,对生态廊道布局与构建进行研究,具有典型的代表意义。在地理信息系统(GIS)技术支持下,对研究区土地利用类型进行划分,并对研究区的现状生态廊道和景观生态源地进行提取。在对研究区进行生态适宜性分析时,以往的很多文献研究中只是根据土地利用类型、不同景观类型等单因子确定景观阻力^[2,6-7],并在建立的阻力层面上模拟潜在生态廊道,并没有考虑其他生态因子运用成本距离模型综合分析生态廊道。本研究则选取坡度、地形起伏度和土地利用因子共同作为景观阻力,并通过成本运算,利用生态累积耗费距离模型研究区域潜在的生态廊道,并对现有生态廊道和潜在生态廊道进行对比分析,系统地研究苍南县现有廊道存在的问题,构建合理的生态廊道,以此为苍南县生态环境保护和建设发挥作用。

1 研究地概况

苍南县位于浙南山区,属于浙江省温州市下属的县级地区,为浙江的南大门。东南濒临东海,西南毗连福建省福鼎市,西邻浙江省泰顺县,北与浙江省平阳,西北与文成两县接壤,县政府驻地灵溪镇。全县陆地面积为 1 261.08 km²,平原面积 437.84 km²,山区面积 800.17 km²,河流湖泊面积 23.07 km²;其中平原占 34.72%,山地占 63.45%,江河水面占 1.83%。海域面积 3 783.00 km²,全县海岸线长达 252.1 km,其中陆地岸线 168.8 km,岛屿岸线 83.3 km。苍南县境内有山脉、丘陵、平原、河流、滩涂,其中平原占 1/3,山区、半山区占 2/3,地貌类型以山丘为主。县域总地势是西南高东北低,从高到低依次分布低山、丘陵、平原、浅海滩涂和岛屿等 5 个地貌类型。县境地形北部宽阔,南部狭小,略呈三角形。

苍南属林区县,全县林业用地面积近 7.00 万 hm²,占全县土地总面积 59.95%,其中有林地 5.35 万 hm²,占林业用地面积的 76.67%。全县生态公益林地 3.20 万 hm²,占林业用地面积的 45.89%,全县活立木总蓄积为 133.54 万 m³,毛竹 *Phyllostachys edulis* 立竹量 475 万株,森林覆盖率 46.98%,林木绿化率 49.79%。

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究以整个苍南县陆地范围(1 261.08 km²)为研究对象,以苍南县 2009 年高空间分辨率卫星影像为主要数据源,结合苍南县域总体规划图(2006–2020)和城市绿地系统规划图(2011–2020)及现状调查资料作为空间信息提取的基本数据源。

2.2 研究方法

本研究采用的软件包括 ENVI 4.3 和 ArcGIS 9.2 作为图像处理和空间分析的工具。首先,利用 ENVI 4.3 图像处理软件对图像进行几何校正,转换成西安 80 坐标系(GCS Xian1980),获得研究区的遥感影像图。其次,参照 GB/T 21010–2007《土地利用现状分类》和国家环境保护部门发布的《生态环境状况评价技术规范》中的土地利用一级分类体系^[8],并根据研究区的土地利用及城市建设现状,将研究区土地利用类型划分为水域、耕地、林地、建筑用地、交通用地和其他用地 6 类景观类型组成的分类体系(表 1),通过对遥感影像的目视解译,对研究区景观分类进行矢量化,并将矢量化的文件通过空间分析模块转化成 5 m × 5 m 的栅格文件,得到研究区景观分类图(图 1)。然后,在研究区内选取多种生态适宜性

评判因子，应用 ArcGIS 9.2 空间分析功能，研究不同生态因子适宜性程度，通过对生态因子加权叠加建立景观耗费距离模型。并综合成本距离加权法 (cost weighted) 最终构建生态累积耗费距离模型，据此模型可以生成每个生态源地斑块到其他生态源地斑块之间的最小累积耗费距离，构成研究区潜在生态廊道。最后，通过勾取研究区现有生态廊道，对比与分析研究区潜在生态廊道，发现苍南县现有廊道存在的问题，以此构建研究区生态廊道的优化方案。

2.2.1 提取生态源地 根据景观生态学中的“源—汇”理论，源景观具有空间扩展性、连续性，要根据格局优化所针对的生态过程影响生态系统功能发展的作用的不同来确定^[9]。在实际研究中，根据研究区绿地建设和自然资源特点，将风景名胜保护区、水源保护区、森林公园、郊野公园、湿地公园等确定为重要生境斑块。然后，根据所确定的生境斑块的面积大小、空间分布格局、生物多样性丰富程度、生态环境质量优良程度等，提取面积大于 5 hm²^[9]的生境斑块(共 41 个)，作为景观生态源地(图 2)。

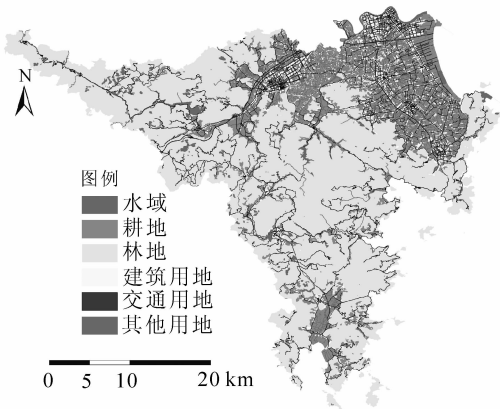


图 1 苍南县景观分类图
Figure 1 Landscape classification in Cangnan County

表 1 苍南县景观分类体系 ^[8]	
Table 1 Landscape classification system in Cangnan County ^[8]	
景观分类	所包含的土地利用类型
建筑用地	城镇用地、农村居民点、工矿仓储用地、公共管理及公共服务用地等
交通用地	包括城市快速路、对外交通主干道、次干道
林地	有林地、灌木林地、疏林地、其他林地
水域	水库、河渠、湖泊、湿地
耕地	水田、旱地
其他用地	沙地、裸土地、及闲置未利用地

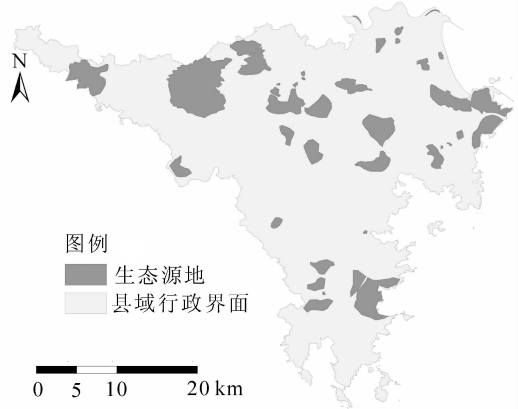


图 2 苍南县生态源地分析图
Figure 2 Analysis of ecological source in Cangnan County

2.2.2 生境斑块适宜性分析与景观生态累积耗费距离模型建立 生境适宜性是指某一生境斑块对物种生存、繁衍、迁移等活动的适宜性程度^[9]。一般而言，适宜性越高，景观阻力越小。耗费距离模型是各景观单元阻力的空间集合，累积耗费距离是指每个生态源斑块到离其他生态源的最小累积耗费距离^[10]。费用距离的大小反映景观连接程度，费用距离越小，则连接度就越高^[9]。在景观生态适宜性分析时，根据土地利用类型、不同景观类型等单因子确定景观阻力已有大量的文献研究。如尹海伟等^[2]、过萍艳等^[6]都是通过对土地利用类型进行赋值来建立研究区的景观阻力面，张小飞等^[7]根据不同景观类型建立常州市的景观阻力面。这些研究均对单个因子进行赋值来建立阻力层面上模拟潜在生态廊道，并没有考虑其他生态因子运用成本距离模型综合分析生态廊道。研究区周围与南海相连，山地面积占全县的 2/3，境域山势陡峭，高程为 25~1 200 m，地形起伏度较大。在充分考虑当地自然和社会因素的基础上，本研究综合选取坡度、地形起伏度、土地利用等 3 个因子作为评判景观适宜性生态因子，分析不同因子的生态适宜性。在借鉴层次分析法的技术路线与同类研究成果的基础上，通过对苍南县生态环境现状调查，采用一定的赋值确定研究区各评价因子评价分值及权重(表 2)。在 ArcGIS 9.2 的空间分析模块(spatial analyst)中进行各因子的生态适宜性分析^[11]，在生成的各因子生态适宜性分析的基础上，运用 ArcGIS 中的字段计算功能，加权合并各因子成本数据，生成研究区景观耗费距离模型(图 3)。图 3 中颜色越深表明生态适宜性越高，景观阻力越小。根据生成的耗费距离模型，采用成本距离加权方法(cost weighted)，计算各景观生态源地之间的耗费距离累加值，得到研究区的生态累积耗费距离模型(图 4)。

2.2.3 识别潜在生态廊道 景观生态学中的廊道是指景观中不同于相邻两侧环境的线状或带状地带^[12]，

表 2 生态因子适宜性评价等级值域及权重^[10]Table 2 Suitability evaluation value of ecological factors^[10]

评价因子	评价标准	分级	评价分值	权重
坡度	坡度越大, 越容易水土流失, 分值越低	0~5°, 5~8°, 8~15°, 15~25°, 25~35°, 35~90°等 6 个级别	6~1	0.3
起伏度	起伏度越大, 分值越高	10 个级别级	10~1	0.3
土地利用因子	林地	—	10	0.4
	水域	—	8	
	耕地	—	6	
	其他用地	—	4	
	交通用地	—	2	
	建筑用地	—	1	

说明: 赋值越大表明生态适宜性越高。

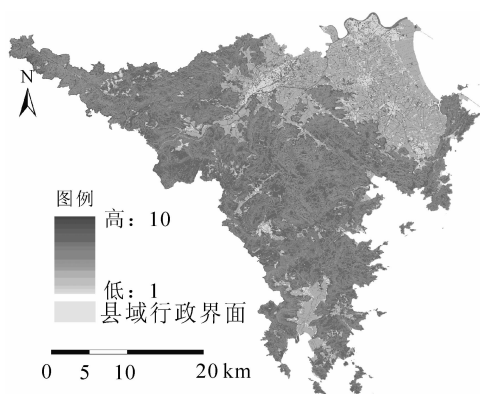


图 3 苍南县景观耗费距离模型

Figure 3 Landscape cost distance model in Cangnan County

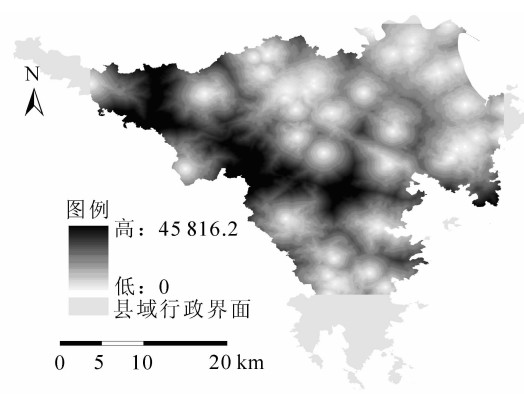


图 4 苍南县生态累积耗费距离模型

Figure 4 Ecological cumulative cost distance model in Cangnan County

而生态廊道指具有保护生物多样性、过滤污染物、防治水土流失、防风固沙、调控洪水等生态服务功能的廊道类型, 主要由植被、水体等生态性结构要素构成^[13]。生态廊道是城市景观格局的重要组成部分, 发挥着防风固土和杀菌除尘等综合生态效益, 是解决景观破碎化以及实现生态网络化格局的关键。生态廊道功能的发挥是从内部向外围逐步减弱, 遵循距离衰减规律。与普通欧氏距离相比, 基于生态累积耗费距离模型的最小费用路径能弥补直线连接距离存在的缺陷, 费用距离大小反映出景观连接程度, 费用距离越小, 则连接度就越高^[10]。所以, 基于廊道的连通度原理以及廊道功能效益的距离衰减规律, 利用生态累积耗费距离模型识别研究区的潜在生态廊道^[13], 对研究区生态廊道建设具现实意义。潜在生态廊道是指现实中尚未充分考虑, 研究者通过特定的方式和技术手段来研究不同生态源地之间的最小累积耗费距离, 即从某一源地出发到另一源地之间所需要的最小成本距离, 来确定有助于改善生态功能的廊道。通过实地调查, 发现研究区内的生态廊道主要是以道路廊道和河流廊道为主, 所以本研究的具体操作是在 ArcGIS 平台下, 通过目视解译对研究区现有的道路廊道和河流廊道进行勾取, 得到研究区的生态廊道现状图(图 5)。以提取的景观生态源地作为输入的源, 景观生态耗费距离作为输入阻力, 在生态累积耗费距离模型上, 采用最小路径模型(shortest path)分别生成每个生态源地斑块与其他生态源地斑块之间的最小累积耗费距离, 并将分别生成的最小累积耗费路径进行叠加, 共同构成研究区的潜在生态廊道(图 6), 并对其成本距离进行分析。研究结果见表 3。

3 结果与分析

通过对研究区内现有生态廊道(图 5)和潜在生态廊道(图 6)进行比较分析, 发现研究区现有生态廊道布局存在以下问题。首先, 从区域整体来看, 研究区内的生态廊道以道路廊道和河流廊道为主, 其宽度普遍较窄, 未能达到物种所要求的廊道宽度。通常情况下, 生态廊道需达到一定的宽度阈值, 其宽度

表 3 潜在生态廊道成本距离

Table 3 Distance cost accessibility of potential ecological corridors

生态源地	成本距离/km							
	源地 1	源地 2	源地 3	源地 4	源地 5	源地 6	...	源地 41
源地 1	0	15.592	24.900	25.250	41.505	47.198	...	26.760
源地 2	15.589	0	8 493.520	8 891.250	23 368.340	29 356.670	...	11 534.640
源地 3	24.895	8.553	0	2.602	16.492	22.180	...	1.729
源地 4	25.197	8.892	2.565	0	14.152	19.841	...	2.707
源地 5	46.880	23.586	16.450	14.131	0	7.765	...	15.142
...
源地 41	26.729	27.116	1.761	2.728	15.158	20.806	...	0
累计成本	350.612	319.684	340.769	326.868	335.312	341.627	...	340.120

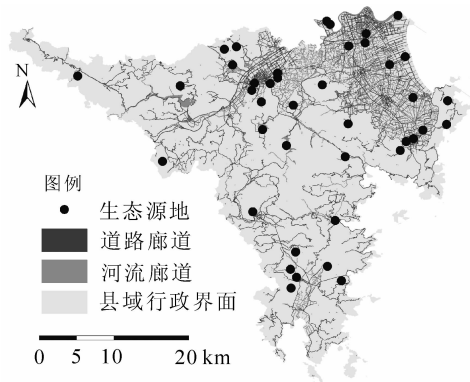


图 5 苍南县生态廊道现状图

Figure 5 Current ecological corridors in Cangnan County

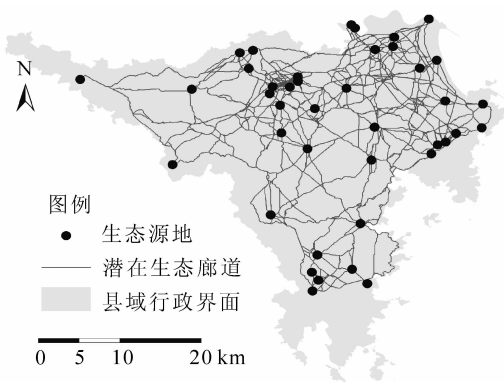


图 6 苍南县潜在生态廊道图

Figure 6 Potential ecological corridors in Cangnan County

对物种的影响效应才会显现，阈值宽度一般为 7~12 m，且越宽越好，物种多样性和环境异质性会随着宽度的增加而增大^[14-15]。其次，由于研究区的地形特征和城市建设，东北部平原地区的建筑、道路和河流廊道密集度较高，造成大型的生境斑块数量减少，斑块破碎化严重，致使平原地区景观阻力增大。而通过调查发现，廊道本身的内部结构、宽度和植被质量都相对较差，从物种迁徙和生物多样性的方面来说，廊道之间连通性相对较弱。而中西部、南部和西北部山区，虽然自然条件良好，生态适宜度较高，斑块面积较大，但生态斑块分布不均，特别是中西部地区内的生态斑块数量缺乏，同时也存在斑块之间连接度较低以及廊道连通性差等问题。最后，在平原与山区交界的生态敏感区，生态斑块缺乏，且现有生态斑块之间连接度也较低，山区与平原空间的衔接度也较小。总之，研究区内生态斑块在数量、面积和分布上都存在着一定生态问题，斑块之间缺乏连接，现已连接斑块的生态廊道连通性较低，将导致生态流无法正常进入生态薄弱区^[16]，即生态功能较弱、抵御外来干扰能力弱、生态服务功能脆弱的地带。生态物种在生态源地之间成本距离增加，从而导致景观的连接度降低。

从模拟的潜在生态廊道布局来看，研究区内各生态斑块之间连接度均得到了较好的提升，无论是平原地区还是山区，每个生态斑块到其他斑块都有最适宜的生态廊道连接，且生态廊道和斑块共同构建了研究区域生态网络。通过对潜在生态廊道的成本距离进行分析(表 3)，也可以看出每 2 个生态源地之间累积耗费距离成本是不相同的。

综上所述，根据模拟的潜在生态廊道以及研究区绿道网规划，提出研究区生态廊道建设规划总体布局为“两带、四横、五纵”的空间格局(图 7)。其中“两带”是以东部的环海公路以及平原、山区交界处的绿带生态廊道建设为主体，包括环海公路绿道、沿海防护林体系、滩涂湿地以及山区向平原地区的楔形绿地。“四横”主要是北部的横阳支江、萧江塘河、鳌江、龙岗大道、世纪大道、玉苍大道、221 省道，灵溪至海城公路、灵溪至龙沙公路、南环快速路及县域南部的矾赤公路和 327 省道连接线，包括灵溪和龙港城区内的所有横向道路及河流水系，规划的两侧防护林带、滨水绿带等森林防护廊道。“五

纵”主要由以西北部的甬台温高速、104 国道、温福铁路、甬台温高速复线、327 省道、龙金大道、挑鲜古道等，包括县域范围内其他纵向道路、河流水系等，以此构成研究区生态廊道的总体结构。

通过对研究区现有及潜在的生态廊道对比分析，可以发现现有廊道存在较多问题，主要是生态廊道连通性不强、连接性较差、规模较小等。因此，增强现有生态廊道连通性，增加廊道数量，加大廊道建设规模是进行生态廊道优化的主要途径，以此提升研究区生态廊道完整性和闭合性，合理布局生态廊道，增强其生态服务功能。笔者结合相关文献研究^[17]，提出了苍南县道路型生态廊道、河流型生态廊道、绿带型生态廊道等 3 种生态廊道建设模式，以期进一步增强境域生态廊道功能和作用。

3.1 道路型生态廊道

道路作为连接城乡、通向自然的重要线状要素，给人类活动带来了很大便利，但同时也造成了生境破碎、阻碍生物流等生态问题。因此，要增加重要生态源地之间的道路，加强它们之间有效连接性。

在苍南县域，主要选取高速公路、国道、省道及重要的县道作为道路廊道建设重点。其中，纵向线主要以甬台温高速公路、甬台温高速公路复线、104 国道、220 省道、327 省道、龙金大道为建设重点，横向线主要以 221 省道、灵溪至海城公路、灵溪至龙沙公路、观藻炎公路为建设重点。鉴于道路本身特点，构建时主要是通过增加道路两旁绿带宽度来降低道路对整个生态过程的干扰，保障生物物种迁移和生态流运动，促进不同生态源地之间生态廊道的连接作用，特别是强化平原地区和山区生态源地的连接度，促进生态流运动。

具体构建措施是：高速公路、新建的国道以及铁路的两侧绿化带宽度在 20 m 以上；省道和改扩建的国道两侧 5 m 以上；县道、乡道两侧 3 m 以上。山区由于用地限制，主要加强道路两旁防护林建设，结合自然景观，着重对因公路开挖产生的裸露面进行坡面绿化，以达到防风固土、美化环境的效果。沿海地区加强道路旁的沿海防护林建设。绿化树种选择应以乔木为主，重视应用具有地方特色的乡土树种，营建乔、灌、花、草相结合，绿化、美化、香化相结合，落叶与常绿相结合，阔叶与针叶相结合的绿化景观。推荐树种如下：乔木是樟树 *Cinnamomum camphora*，无患子 *Sapindus mukorossi*，合欢 *Albizia julibrissin*，鹅掌楸 *Liriodendron chinense*，银杏 *Ginkgo biloba*，广玉兰 *Magnolia grandiflora*，天竺桂 *Cinnamomum japonicum*，小叶榕 *Ficus benjamina*，黄山栎树 *Koelreuteria bipinnata*，冬青 *Ilex chinensis*，重阳木 *Bischofia polycarpa*，石楠 *Photinia serrulata*，羊蹄甲 *Bauhinia purpurea*，榉树 *Zelkova serrata*，喜树 *Camptotheca acuminata*，女贞 *Ligustrum lucidum*，金钱松 *Pseudolarix amabilis*，雪松 *Cedrus deodara* 等。灌木是桂花 *Osmanthus fragrans*，紫薇 *Lagerstroemia indica*，短叶罗汉松 *Podocarpus macrophyllus* var. *maki*，西府海棠 *Malus micromalus*，杨梅 *Myrica rubra*，樱花 *Cerasus yedoensis*，紫穗槐 *Amorpha fruticosa*，紫玉兰 *Magnolia liliflora*，蜡梅 *Chimonanthus praecox*，溲疏 *Deutzia grandiflora* 等。地被是地肤 *Kochia scoparia*，络石 *Trachelospermum jasminoides*，千日红 *Gomphrena globosa*，红花酢浆草 *Oxalis corymbosa*，石竹 *Dianthus chinensis* 和芍药 *Paeonia lactiflora* 等。

3.2 河流型生态廊道

河流廊道包括河流的水面、河岸带防护林以及河漫滩植被等要素，是生态廊道中最重要的廊道类型^[15]，其本身就具有较高的生态价值和功能。苍南县境域河网密布，构建河流廊道具有较好的生态基础。因此，开展河道疏浚工程，加强河流廊道生态修复，优化河岸绿色植被尤为重要。特别是在东北部平原地区河道高度密集情况下，河道疏浚及两岸生态环境重建将是成功构建河流生态廊道的关键。首先，针对有条件的河流水系进行滨水绿化建设，适当拓宽河流水系两岸绿化带宽度。在平原地区 3 条主要河道（萧江塘河、横阳支江和鳌江）进行疏浚的同时，可以在适宜地段建设可供游憩的滨水绿带。在山区和非建设区河流、水系及水源保护地，如莒溪、赤溪，以及桥墩水库、挺南水库、吴家园水库等水源保护

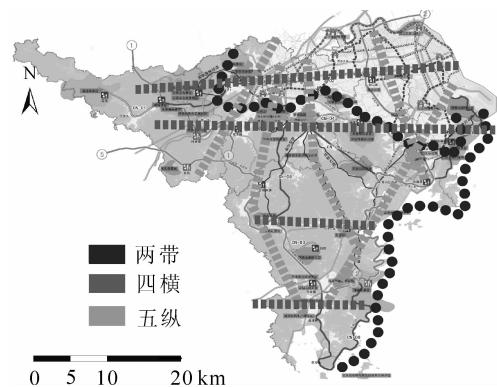


图 7 苍南县生态廊道总体布局图

Figure 7 Layout of potential ecological corridors in Cangnan County

地,要加强水环境保护与建设,减少人类活动干扰。在有条件的地段,可以适当营造不小于 30 m 宽的防护林带,加强河流、水源地的保护力度。对于超过 20 m 宽的河道,规划其两侧建设宽度 20 m 以上的绿带;对于城区用地受限的河段,两侧建设宽度 10 m 以上的绿带;对于宽度在 10~20 m 的河流,控制两侧绿带宽度 10 m 以上,城区用地受限的河段两侧绿带宽度在 5 m 以上;对于宽度在 10 m 以下的河流,两侧各控制宽度不小于 5 m 的绿带。推荐树种如下:乔木是垂柳 *Salix babylonica*, 河柳 *Salix matsudana*, 乌桕 *Sapium sebiferum*, 紫玉兰, 南方红豆杉 *Taxus chinensis* var. *mairei*, 落羽杉 *Taxodium distichum*, 梧桐 *Firmiana platanifolia*, 浙江柿 *Diospyros glaucifolia*, 珊瑚朴 *Celtis julianae*, 刺槐 *Robinia pseudoacacia*, 山樱花 *Cerasus serrulata* 等。灌木是紫薇, 结香 *Edgeworthia chrysantha*, 山麻杆 *Alchornea davidii*, 海滨木槿 *Hibiscus hamabo*, 浙江红花油茶 *Camellia chekiangoleosa*, 槭棠 *Kerria japonica*, 溲疏, 木绣球 *Viburnum macrocephalum*, 紫竹 *Phyllostachys nigra* 等。地被是地肤, 络石, 千日红, 红花酢浆草, 万年青 *Rohdea japonica*, 黄花美人蕉 *Canna indica* var. *flava* 等。

3.3 绿带型生态廊道

绿带廊道主要是指从城郊引入城区的楔形绿地,是城乡绿色空间的重要组成^[17]。苍南县东北部平原地区,周边与群山相依,为绿带廊道建设提供了契机。通过对平原和山区边缘地段楔形绿地建设,不仅可以维持两者之间生态过程,还可加强生态恢复区、生态控制区和生态协调区的有机连接,提高苍南县生态系统稳定性。

在绿带廊道建设上,要根据苍南县山地平原交错特点,强化平原、山区交界处的楔形绿地建设,积极建设石聚堂湿地郊野公园、大观山山林郊野公园、灵溪南郊郊野公园、鲤鱼山郊野公园、鲸头风景区、燕窠硐风景区、梅岭森林公园等大型楔形绿地,构成平原周边区的绿带廊道,加强山区和平原之间生态廊道的有机联系。在进行不同楔形绿地森林植物群落构建时,除了保留场地原有相对较好的自然植物群落外,对生长势或景观效果差的自然群落以及人工植物群落分别进行改造或新建时,要结合植物的外形、叶色、花果以及季相变化等,营造常绿与落叶相结合、阔叶与针叶相结合、乔灌木相结合的植物景观,丰富植物组成层次,构建城市森林生态系统。

4 结论

本研究充分利用 GIS 技术在空间数据采集处理和空间分析的优势^[18],在景观生态学的相关理论指导下,研究苍南县生态廊道布局与构建。研究发现:研究区现有生态网络虽然密集度较高,但连接度较低,甚至缺乏连接;平原和山区在整体空间上衔接度不够,虽然南部、中西部和西北部的大型山体已成为平原地区良好的生态屏障,但与平原地区相衔接的生态斑块没有形成有机的网络连接。在对研究区进行生态适宜性分析的基础上,通过应用生态累积耗费距离模型,构建潜在的生态廊道,并与现存生态廊道对比分析,提出了针对苍南县境域生态廊道建设方案,完善了区域生态廊道布局,为研究区生态廊道建设提供科学依据。

本研究在建立耗费距离模型时,分析了研究区境域土地利用、地形坡度、起伏度、生态源地面积等因素,而对生态源地本身位置、距离、组成等没有涉及。通过运用生态适宜性分析方法确定生态因子适宜性分值,实现了定性与定量的深入研究。模拟构建潜在的生态廊道具有一定的科学性,但难免存在着一定的主观判断因素。因此,在以后的研究中,可以通过多种分析预案,模拟不同情景下生态廊道布局,提出具有前瞻性的生态廊道建设措施。

参考文献:

- [1] 钟卫华,何苏明,厉华笑,等.城市生态廊道的保护与利用:以台州市“心海绿廊”规划研究为例[J].城市规划,2010,34(增刊1):83-86.
ZHONG Weihua, HE Suming, LI Huaxiao, et al. Protection and utilization of urban ecological corridor: a case study of Taizhou [J]. City Plan, 2010, 34(supp 1): 83-86.
- [2] 尹海伟,孔繁花,祈毅,等.湖南省城市群生态网络构建与优化[J].生态学报,2011,31(10):2863-2874.
YIN Haiwei, KONG Fanhua, QI Yi, et al. Developing and optioning ecolodical networks in urban agglomeration of

- Hunan Province [J]. *Acta Ecol Sin*, 2011, **31**(10): 2863 – 2874.
- [3] HARGROVE W W, HOFFMAN F M, EFROYMSON R A. A practical map-analysis tool for detecting potential dispersal corridors[J]. *Landscape Ecol*, 2004, **20**(4): 361 – 373.
- [4] 孔繁花, 尹海伟. 济南城市绿地生态网络构建[J]. *生态学报*, 2008, **28**(4): 1711 – 1720.
KONG Fanhua, YIN Haiwei. Developing green space ecological networks in Jinan City [J]. *Acta Ecol Sin*, 2008, **28**(4): 1711 – 1720.
- [5] HEPCAN S, HEPCAN C C, BOUWMA I M, *et al.* Ecological networks as a new approach for nature conservation in Turkey: a case study of Izmir Province [J]. *Landscape Urban Plan*, 2009, **90**(3/4): 143 – 154.
- [6] 过萍艳, 蒋文伟, 吕渊. 浙江省慈溪市宗汉街道城镇绿地生态网络构建[J]. *浙江农林大学学报*, 2014, **31**(1): 64 – 71.
GUO Pingyan, JIANG Wenwei, LÜ Yuan. Construction of town green land ecological networks of Zonghan sub-district in Cixi City [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2014, **31**(1): 64 – 71.
- [7] 张小飞, 李正国, 王如松, 等. 基于功能网络评价的城市生态安全格局研究: 以常州市为例[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 2009, **45**(4): 728 – 736.
ZHANG Xiaofei, LI Zhengguo, WANG Rusong, *et al.* Study on network analysis for urban ecological security pattern in Changzhou City [J]. *Acta Sci Nat Univ Pek*, 2009, **45**(4): 728 – 736.
- [8] 马梦超, 岳德鹏, 曹睿, 等. 基于 3S 技术的区域生态廊道模拟及优化[J]. *城市环境与城市生态*, 2013, **26**(2): 29 – 37.
MA Mengchao, YUE Depeng, CAO Rui, *et al.* Simulation and optimization of regional ecological corridor based on 3S technology [J]. *Urban Environ & Urban Ecol*, 2013, **26**(2): 29 – 37.
- [9] 姜磊. GIS 支持下景观格局优化关键技术研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
JIANG Lei. *The Research on Key Technology of Landscape Pattern Optimization Based on GIS* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2012.
- [10] 孔阳. 基于适宜性分析的城市绿地生态网络规划研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
KONG Yang. *Study of Urban Green Space Network Planning Based on Suitability Analysis* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2010.
- [11] 潘国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 286 – 290.
- [12] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 30 – 31.
- [13] 王立红, 朱仕霞. 济南市南部山区山脊生态廊道研究[J]. *安徽农业科学*, 2011, **39**(28): 17382 – 17384.
WANG Lihong, ZHU Shixia. Research on ridge ecological corridors in the southern Mountain Region of Jinan City [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2011, **39**(28): 17382 – 17384.
- [14] FORMAN R T T, GODRON M. *Landscape Ecology*[M]. New York: Wiley, 1986: 121 – 155.
- [15] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. *生态学报*, 2005, **25**(9): 2406 – 2412.
ZHU Qing, YU Kongjian, LI Dihua. The width of ecological corridor in landscape planning [J]. *Acta Ecol Sin*, 2005, **25**(9): 2406 – 2412.
- [16] 王洁, 李锋, 钱谊, 等. 基于生态服务的城乡景观生态安全格局的构建[J]. *环境科学与技术*, 2012, **35**(11): 199 – 204.
WANG Jie, LI Feng, QIAN Yi, *et al.* Landscape security pattern design based on ecosystem service [J]. *Environ Sci & Technol*, 2012, **35**(11): 199 – 204.
- [17] 车生泉. 城市绿色廊道研究[J]. *城市生态研究*, 2001, **25**(11): 44 – 48.
CHE Shengquan. Study on the green corridors in urbanized areas [J]. *Urban Ecol Stud*, 2001, **25**(11): 44 – 48.
- [18] 陈姝, 蒋文伟, 王媛. 应用哈夫模型的慈溪市观海卫镇绿地布局分析[J]. *浙江农林大学学报*, 2013, **30**(6): 887 – 895.
CHEN Shu, JIANG Wenwei, WANG Yuan. Huff model used for green space layout of Guanhaiwei Town, Zhejiang, China [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2013, **30**(6): 887 – 895.